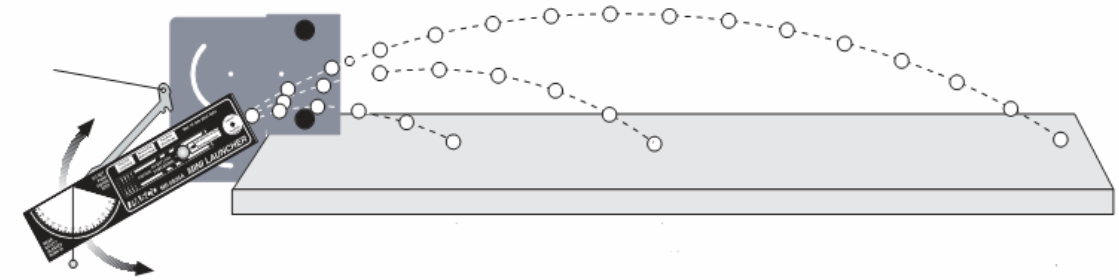
Experiencia: Movimiento de proyectiles

MATERIALES NECESARIOS:

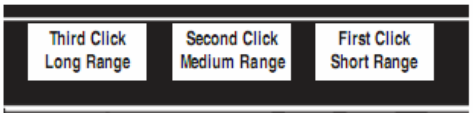
- Minilanzador PASCO ME-6825A y bola plástica
- Plomada, cinta métrica, papel carbónico y papel blanco

Propósito

El propósito de esta experiencia es predecir y verificar el punto de impacto de una bola lanzada en un ángulo determinado.

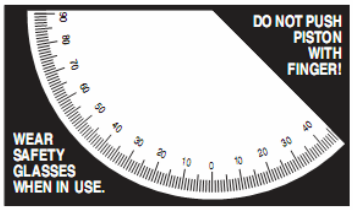


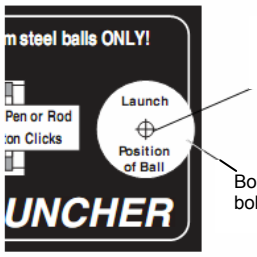
El lanzamiento de efectúa con un Minilanzador de proyectiles PASCO ME-6825A. Este lanzador dispara bolas por medio de un resorte. El lanzador se carga colocando la bola en el cañón y comprimiendo manualmente el resorte; a medida que se comprime, el resorte pasa por las tres posiciones que determinan los rangos de disparo (corto-medio-largo) según la posición en que quede trabado el resorte. Al pasar por cada posición se siente un "clic" del gatillo de traba.



El lanzador se monta sobre el soporte que permite modificar el ángulo y la posición con respecto a la superficie de apoyo.

El ángulo del disparo se determina mediante la plomada y el cuadrante que forman parte del propio lanzador.





Centro de masa de la bola

Borde de la bola

La posición de disparo de la bola está representada en el lanzador y permite medir en forma segura la distancia de caída vertical o el desplazamiento horizontal en un disparo horizontal u oblicuo.

Teoría

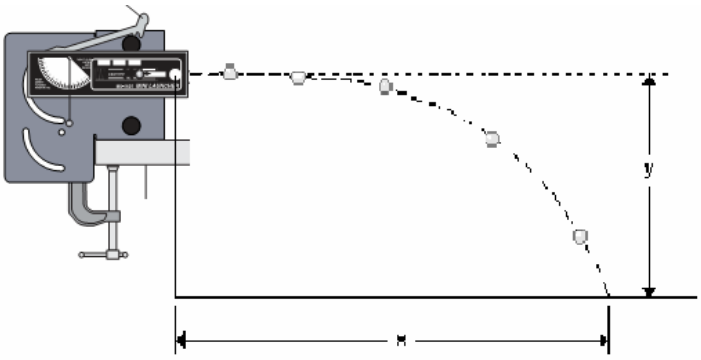
Para predecir dónde aterrizará una bola sobre una superficie horizontal, cuando se la lanza desde una altura determinada con un cierto ángulo sobre la horizontal, es necesario determinar primeramente su velocidad inicial. Ésta se puede determinar lanzando la bola horizontalmente y midiendo el desplazamiento horizontal y la altura inicial de la bola antes del disparo (dentro del Minilanzador) con respecto al piso. Luego se puede utilizar esta velocidad inicial para calcular la posición del punto de aterrizaje cuando se lanza la bola con un cierto ángulo.

VELOCIDAD HORIZONTAL INICIAL:

Para una bola disparada horizontalmente con una velocidad inicial $\mathbf{v_o}$ la distancia horizontal recorrida por la bola o desplazamiento horizontal está determinado por $\mathbf{x = v_o t}$, donde $\mathbf{t}$ es el tiempo que la bola permanece en el aire. Se asume que la fricción del aire es, en este caso, despreciable.
La distancia vertical que cae la bola en el tiempo $\mathbf{t}$ está dada por $\mathbf{y = 1/2\ g t^2}$.
La velocidad inicial de la bola puede ser determinada midiendo $\mathbf{x}$ e $\mathbf{y}$. El tiempo de vuelo de la bola se puede encontrar usando la expresión:

$$t = (2y/g)^{1/2}$$

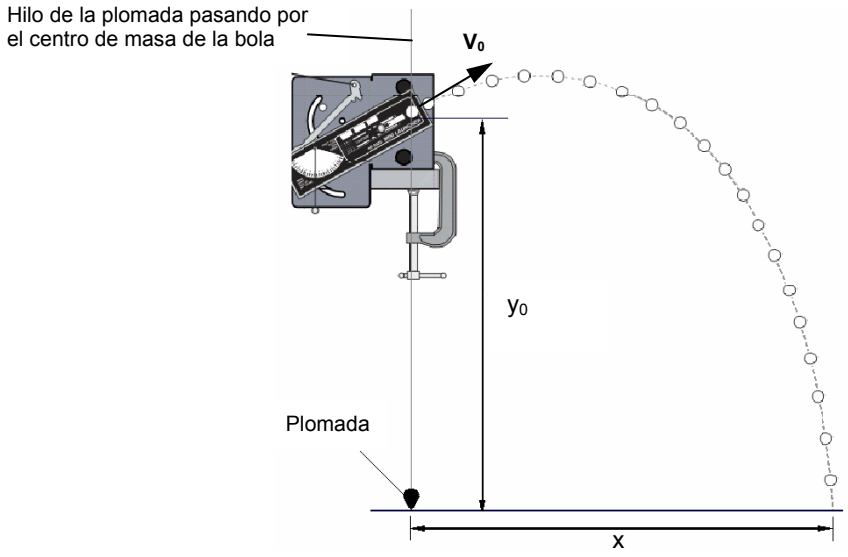
y luego se puede encontrar la velocidad inicial mediante $v_o = x/t$



PREDICCIÓN DEL DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL x

Para predecir el desplazamiento horizontal, **x**, de una bola lanzada con una velocidad inicial, v_o, y un ángulo **θ** sobre la horizontal, primero se debe determinar el tiempo de vuelo usando la ecuación del movimiento del tiro oblicuo:

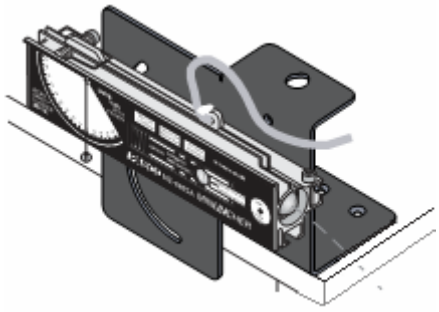
$$y = y_o + (v_o \text{ sen } \theta)\, t - 1/2\, gt^2$$



donde y_o es la altura inicial de la bola e **y** es la posición de la bola cuando llega al suelo.
Entonces utilizando $x = (v_o \cos \theta)\, t$ se puede calcular el desplazamiento horizontal.

Preparación

1 Fije el Lanzaproyectiles a una mesa robusta, cerca de un extremo, con una prensa.
2 Ajuste el ángulo del Lanzaproyectiles a cero grados, de manera que el disparo sea horizontal.



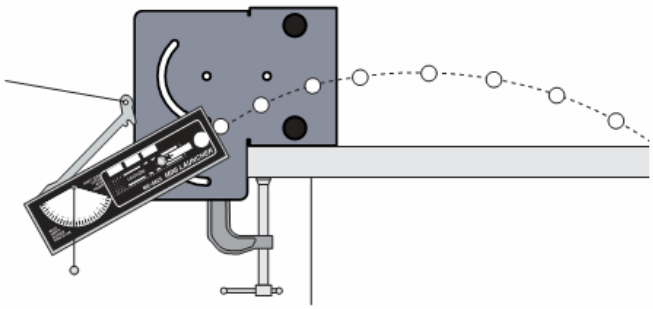
Procedimiento

Parte A: Determinación de la velocidad inicial de la bola

1 Ponga la bola plástica dentro del Lanzaproyectiles y cárguelo a su posición de alcance medio. (Tenga en cuenta que debe seguir estrictamente las instrucciones para la carga y las recomendaciones de seguridad una vez que el lanzador está cargado). Haga un tiro para ubicar dónde cae la bola en el piso. En este lugar, pegue una hoja de papel blanco, y coloque sobre ella una hoja de papel carbónico (con la cara entintada hacia abajo). De esta manera, cuando la bola llegue al piso dejará una marca sobre el papel blanco.
2 Haga alrededor de cinco tiros.
3 Mida la distancia vertical $\mathbf{y_0}$ entre la parte de abajo de la bola cuando está dentro del lanzador, o sea la posición inicial (esta posición está marcada en un costado del lanzador) y el piso. Anote esta distancia.
4 Use una plomada para encontrar el punto del suelo que está directamente abajo del punto donde la bola sale del lanzador. Mida la distancia horizontal en el piso desde este punto hasta el borde más cercano del papel. Anote esta distancia.
5 Mida las distancias desde el borde del papel a cada una de las cinco marcas dejadas por la bola y anótelas en la Tabla 1.1 de la hoja de **Informe de Laboratorio**.
6 Encuentre el promedio de las cinco distancias y anótelo en la Tabla 1.1.
7 Calcule la distancia horizontal **x** sumando la distancia desde el punto de lanzamiento hasta el borde del papel (4) y la distancia promedio de los cinco disparos (6).
8 Usando la distancia vertical y la distancia horizontal promedio, calcule el tiempo de vuelo y la velocidad inicial de la bola. Anote el resultado en la Tabla 1.1

Parte B: Predicción del punto de impacto de una bola disparada con un cierto ángulo

1 Monte el lanzador de proyectiles en su soporte de modo que la posición inicial de la bola (dentro del lanzador) coincida con la superficie de la mesa.



2 Ajuste la inclinación del Lanzaproyectiles para obtener un ángulo entre 30 y 60º lea este ángulo con la mayor exactitud posible y anote su valor en la hoja de **Informe de Laboratorio**.
3 Usando la velocidad inicial y la distancia vertical encontradas en la primera parte de esta experiencia, asuma que la bola es disparada con el ángulo inicial que acaba de ajustar y calcule el nuevo tiempo de vuelo y el desplazamiento horizontal para ese ángulo. Anote ambos resultados.

VERIFICACIÓN EXPERIMENTAL

1. Trace una línea por la mitad de una hoja de papel y fije el papel sobre la mesa de manera que la línea trazada se encuentre a la distancia horizontal del Lanzaproyectiles (desplazamiento horizontal) calculada. Cubra el papel con una hoja de carbónico.
2. Haga cinco tiros.
3. Mida las cinco distancias y tome el promedio. Anote los resultados en la Tabla 1.2.
4. Calcule el desplazamiento horizontal experimental.
5. Calcule la diferencia porcentual entre el desplazamiento horizontal calculado (teórico) y el experimental promedio al disparar con un ángulo determinado: [(desplazamiento horizontal experimental - desplazamiento horizontal teórico)/ desplazamiento horizontal teórico] × 100.

Este material fue elaborado por E. Ré (UTN, Fac. Regional Rosario) a partir del Manual PASCO 012-09562A.

Informe de Laboratorio

Experiencia: Movimiento de Proyectiles

Apellido y nombre		Especialidad		División		Comisión	

Tabla 1.1 Determinación de la velocidad inicial

Distancia vertical ($\mathbf{y_0}$) (3) =
Tiempo de vuelo calculado =
Distancia horizontal al borde más cercano del papel (4) =

Tiro Número	Distancia (desde el borde de la hoja al punto de impacto)		
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio			
Distancia Total ($\mathbf{x}$) (Desplaz. horizontal)		Dist. al borde del papel + Promedio (7)	x =
Velocidad inicial del proyectil ($\mathbf{v_0}$)			

Tabla 1.2 Verificación del punto de impacto predicho con un ángulo determinado

Ángulo sobre la horizontal (1) =
Tiempo de vuelo calculado (2) =
Desplazamiento horizontal calculado (teórico) (2) =
Distancia horizontal al borde más cercano del papel =

Tiro Número	Distancia (desde el borde de la hoja al punto de impacto)		
1			
2			
3			
4			
5			
Promedio			
Distancia Total (Desp. horizontal exp.)		Distancia al borde del papel + Promedio	

Análisis

1 Calcule la diferencia porcentual entre el desplazamiento horizontal calculado y el experimental promedio al disparar con un ángulo determinado.
4 Estime la precisión de la predicción del desplazamiento horizontal. ¿Cuántos de los cinco últimos tiros cayeron dentro de este desplazamiento horizontal?

Revisado	Aprobado	Rehacer	Fecha